

解説

多様性を発揮

推進工法とシールド工法の利点を融合して 地中送電管路を構築 FS(複合システム)推進工法について

ゆもと かすのぶ
湯本 和伸

栗原工業(株)
工務本部副本部長
兼工務部長



1 はじめに

当社は、創業90年を超える電気工事会社で、その中の事業部にて、主に関西の地中送電管路工事を施工しております。下水道工事とは分野が異なりますが、管路工事において、推進工事も施工しております。ただ、推進の施工目的としましては、特高ケーブルを敷設することでありますが、大半の設備として推進管内に特高ケーブル用埋設管を敷設してからケーブル敷設となり、埋設管敷設後は、推進管内をモルタル等で充填します。

今回紹介する工事内容は、推進工事における複合推進で、当社と協力会社で開発したFS(複合システム)推進工法について説明します。

2 開発の経緯

平成5年5月に着工した地中送電管路は、京都の現場で、推進工事による管路敷設工事でした。

(当初設計)

土質条件：砂礫土

最大礫径300mm
礫率76%

地下水位：GL - 2.0m

推進管：HPφ1,800mm

推進距離：445m

推進土被り：平均9.2m

曲線半径：R = 150 ~ 200m

平面3箇所

推進工法：泥土圧式

中押箇所：8箇所設置

施工計画書を作成し現場で詳細調査を行った結果、発進立坑箇所で問題が発生しました。発進立坑の元押反力側にφ4,500mmの下水管が埋設されており、土留壁との離隔が当初の計画では2.125mでしたが、探査ボーリングによる調査の結果、0.825mと近接していることが確認されました。このことより、掘削・推進工事において下水管(シールド)への影響防止の対策検討を行うことになりました。

2.1 FEM解析

下水シールド側の立坑上下部にCJGによる地盤改良部を造成して推進のジャッキ推進力の受皿とし、下水シールドのセグメントが直接推進力の影響を受けないように計画して、FEM解析を実施したところ、推進力220tの場合で影響がもっとも小さく、変位量

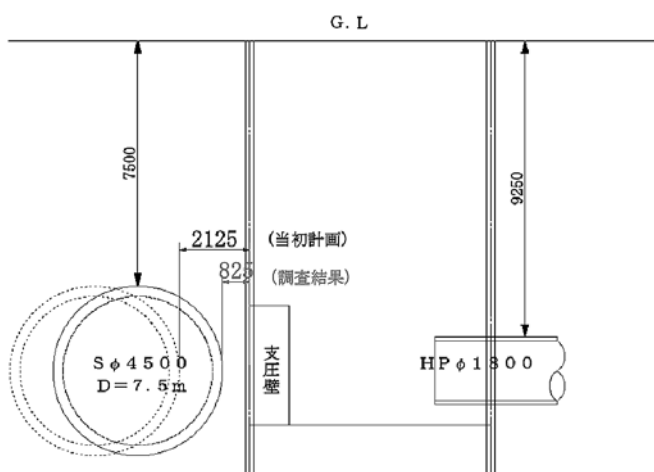


図-1

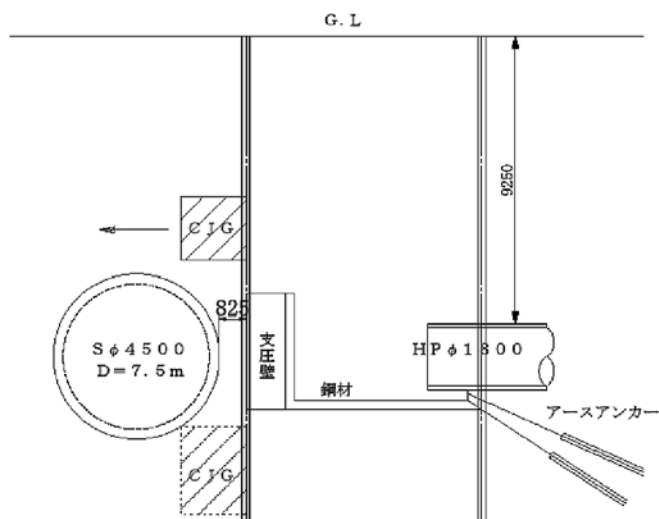


図-2

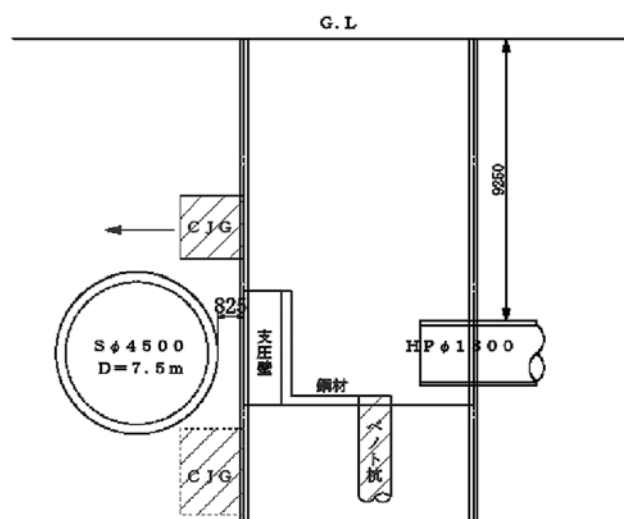


図-3

は最大で1.8mmとなりました。しかし、変位量が1.8mmでセグメントに影響（ヘアークラック）が発生するかは、セグメントがどのような外力を受け、どのような変形をしているかは推定が難しいため、解析は不可能と言えます。よって、ジャッキ推進力を後方支圧部に伝達させない工法が必要となります。ただし、下水シールド上部分については、CJGによる地盤改良部を造成することにより、推進力を下水シールドのセグメント後部に伝達させることができるため、影響は無いと考えられます。また、FEM解析による最適推進力が220tと小さいものであることより、下部分の推進力を前方から反力として取る工法を検討しました。

2.2 前方反力工法の検討

前方より反力を取る工法として、次の二工法が考えられました。

- (1) アースアンカによる工法
- (2) ベノト杭による工法

(1) アースアンカによる工法

- ・アースアンカを前方斜めに設置して反力とする方法である。
- ・ここで問題となるのは、地下水位以下でのアンカ削孔となり、削孔部分よりの湧水を防止できないことから

今回は採用できませんでした。

(2) ベノト杭による工法

- ・ベノト杭を発進立坑内に設置して支圧壁と連結し反力とする方法である。
- ・反力耐力は、別途計算によりベノト杭1本当たり60tあり、4本設置により240t確保できる。また、上部支圧耐力を考慮すると総耐力320tとなり、FEM解析による220tを上回り、下水に対する影響もなく推進工事できる。

よって、ベノト杭による工法を採用しました。

2.3 推進の検討

(平成5年当時の推進力計算式による)

(1) 元押推進距離の検討

【条件】

後方支圧壁耐荷力

$$R = 320t$$

初期抵抗

$$Fo = 142.6tf \text{ (別途計算)}$$

1m当りの必要推進力

$$Fm = 12.173tf \text{ (別途計算)}$$

滑材による管周摩擦低減係数

$$\beta = 0.95$$

元押推進距離

$$Lm = (R - Fo) / (Fm * \beta) \\ = 15.340m$$

従って、5.34m（ヒューム管）＋10.00m（掘進機・後続管）まで元押ジャッキで推進できる。

(2) 中押設備の検討

① 1段目中押設置距離（L1）

1段目中押設置箇所迄のHP本数

$$N1$$

元押推進距離

$$Lm = 15.34m$$

掘進機・後続管

$$Ls = 10.00m$$

ヒューム管長

$$H = 2.43m$$

$$N1 = (Lm - Ls) / H = 2.19 \text{ 本} \div 2 \text{ 本}$$

$$L1 = Ls + H * N1 = 14.86m$$

② 2段目以降中押設置距離（Ln）

2段目中押設置箇所迄のHP本数

$$Nn$$

中押推進距離

$$ln$$

$$ln = R / (Fm * \beta) = 27.67m$$

$$Nn = ln / H = 11.38 \text{ 本} \div 11 \text{ 本}$$

$$Ln = H * Nn = 26.73m$$

③ 総延長に対する中押設置段数（N）

推進延長

$$L = 445m$$

$$L = L1 + Ln * N$$

$$N = 16.09 \text{ 箇所} \div 17 \text{ 箇所}$$